

Steerable wheel drive.

Publication number: DE4110792

Publication date: 1992-10-08

Inventor: BERGHOFF GERHARD DIPL ING (DE)

Applicant: FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE)

Classification:

- international: **B60K17/16; B60K17/30; B66F9/075; F16H48/10; B60K17/00; B60K17/16; B66F9/075; F16H48/00; (IPC1-7): B62D7/02**

- european: **B60K17/16; B60K17/30; B66F9/075; F16H1/42**

Application number: DE19914110792 19910404

Priority number(s): DE19914110792 19910404

Also published as:



EP0507137 (A1)

EP0507137 (B1)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE4110792

Abstract of corresponding document: **EP0507137**

A steerable wheel drive for industrial trucks, especially fork-lift trucks is described with a transmission (23) and a drive motor (3) assigned to this, a steering motor (20), a planetary differential gear (1) with a central axis of rotation (5), the planetary differential gear (1) being driven by the drive motor (3), and a set of bevel gears (2) comprising at least one bevel gear stage per output side, which is driven by the planetary differential gear (1) by way of its bevel gear pinion (14, 15) and at least two drive wheels (17, 19) assigned to the set of bevel gears (2), between which wheels a steering axle (5) runs centrally, which is at the same time the central axis of rotation (5) of the planetary differential gear (1).

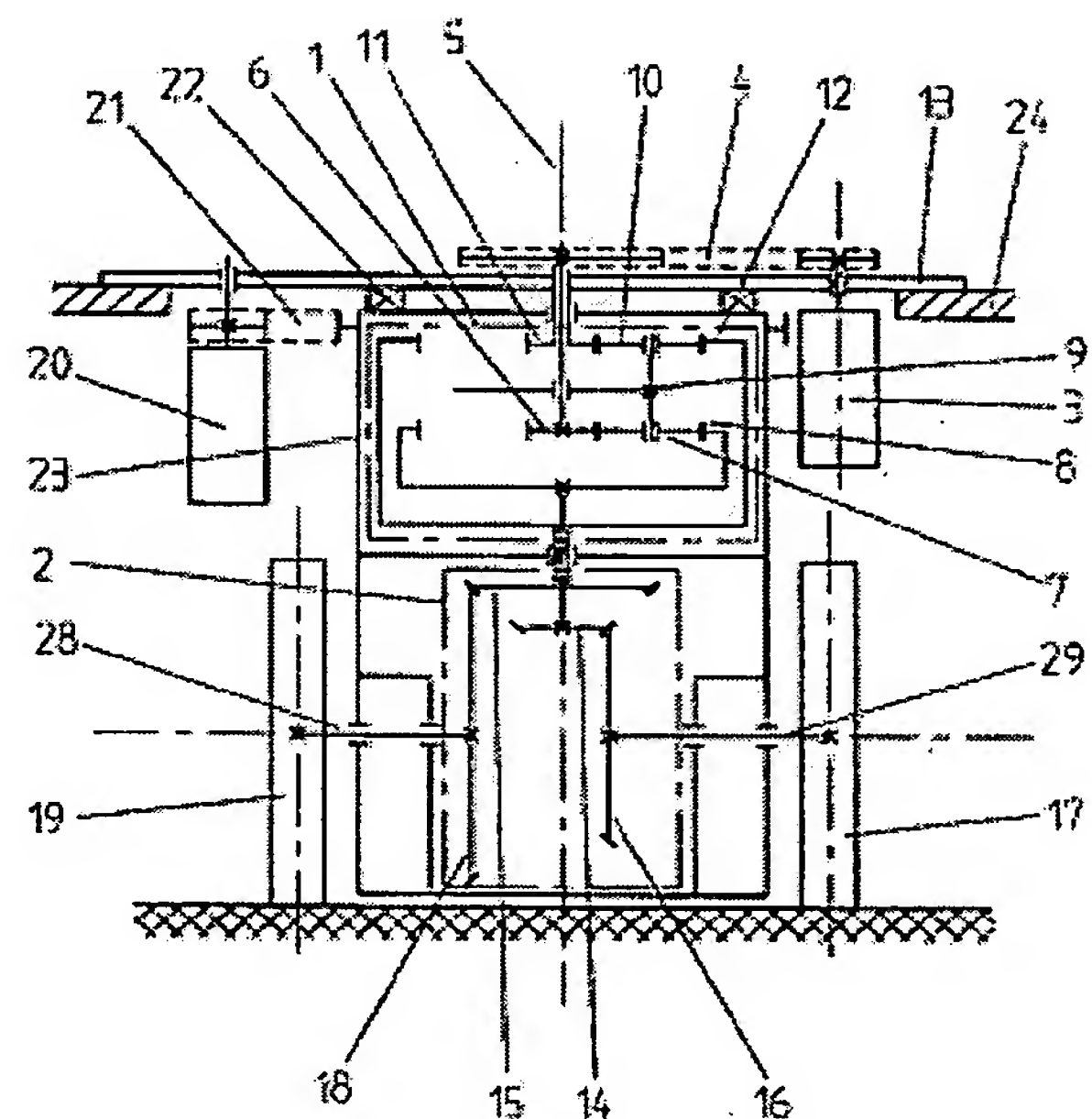


Fig. 1

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



DEUTSCHES
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: P 41 10 792.6
②2 Anmeldetag: 4. 4. 91
④3 Offenlegungstag: 8. 10. 92

DE 41 10 792 A 1

⑦1 Anmelder:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung eV, 8000 München, DE

⑦4 Vertreter:

Tegel-Küppers, L., Dipl.-Ing.Dr.-Ing., Pat.-Anw., 8028
Taufkirchen

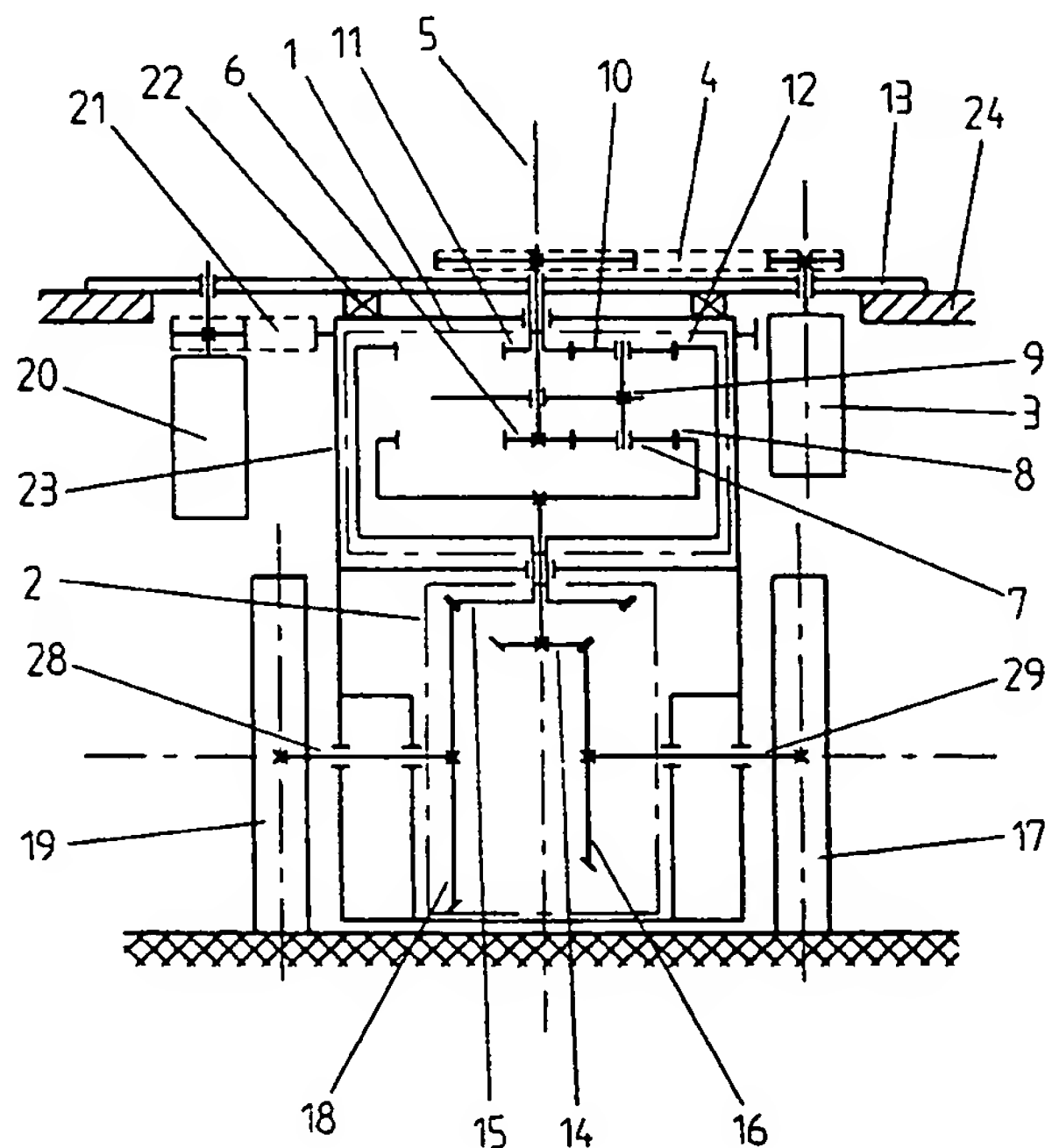
⑦2 Erfinder:

Berghoff, Gerhard, Dipl.-Ing., 4600 Dortmund, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Lenkbarer Radantrieb

⑤7 Es wird ein lenkbarer Radantrieb für Flurförderzeuge, insbesondere Hubstapler vorgestellt mit einem Getriebegehäuse (23) und einem, diesem zugeordneten Fahrmotor (3), einem Lenkmotor (20), einem Planetendifferentialgetriebe (1) mit einer zentralen Drehachse (5), wobei das Planetendifferentialgetriebe (1) durch den Fahrmotor (3) angetrieben wird und einem, aus mindestens einer Kegelradstufe pro Abtriebseite bestehenden Kegelradsatz (2), welcher über seine Kegelritzel (14, 15) durch das Planetendifferentialgetriebe (1) angetrieben wird und mindestens zwei, dem Kegelradsatz (2) zugeordneten Antriebsrädern (17, 19) zwischen denen mittig eine Lenkachse (5) verläuft, welche gleichzeitig die zentrale Drehachse (5) des Planetendifferentialgetriebes (1) ist.



DE 41 10 792 A 1

Die Erfindung betrifft einen lenkbaren Radantrieb für Flurförderzeuge, insbesondere Hubstapler, Elektrokarren und dergleichen.

Solche Antriebseinheiten sind bekannt. Sie werden vielfältig in der Fahrzeugindustrie eingesetzt. Bei einigen Konstruktionen wird der Hohlraum der Radnabe für die Unterbringung des Antriebsmotors genutzt. Der Lenkmotor befindet sich, falls eine solche Radeinheit gelenkt werden soll, stationär außerhalb des eigentlichen Radmotors. Zur Übertragung der Lenkbewegung wird häufig ein einfacher Riementrieb eingesetzt. Das Drehmoment des Antriebsmotors wird über eine mit der Radfelge drehfest verbundene Innenverzahnung übertragen. Bei dieser Lösung ist nachteilig, daß die Größe des Getriebes und des Motors nicht beliebig gewählt werden kann, da die Radbandage Grenzen setzt. Des weiteren schränken die mittig aus dem Radkörper herausragenden Triebwerkskomponenten, vor allem beim Einsatz zusätzlicher Sensoren, die Einbaumöglichkeiten ein. Der bei einer Radschwenkung entstehende Hüllradius über die Bauteile erfordert einen entsprechend freien Raum. Bei einer anderen Konstruktion eines Radnabenantriebes kann der Lenkmotor an den Radnabenkörper angeflanscht sein. Beim Lenkungs-vorgang schwenkt auch dieser Antrieb mit. Dies erfordert zusätzliche bewegliche Kabelzuführungen für den Lenkmotor.

Gemäß einer anderen Lösung ist die Antriebseinheit axial auf dem Radnabenkörper angeordnet. Hierbei entfällt die bewegliche Kabelzuführung, da der Motor nicht mitgeschwenkt wird. Jedoch erfordert diese Konstruktion größere Bauhöhen. Auftretende Reaktionen aus dem Rad, Getriebe und Motormomenten werden durch die außermittige Lage der Radbandage nicht vollständig eliminiert. Gegenseitige Beeinflussungen von Fahrtriebsmotor und Schwenkmotor treten bei dieser Lösung verstärkt auf.

Daneben sind Konstruktionen bekannt, die zentrale Achsträger und an deren jeweiligen Enden mittels Radflansch befestigte Räder aufweisen. Die Lenkung wird hierbei üblicherweise mittels Achsschenkelkonstruktionen realisiert und die Lenkbewegung beider Räder über Spurstangen gekoppelt. Ein zwischen den Achsen angeordneten Differentialgetriebe verteilt Drehmoment und Drehzahl des Antriebes auf beide Radflansche. Nachteilig wirken sich bei dieser Konstruktion der erforderliche Bauaufwand für den Achsträger, der eingeschränkte, maximal mögliche Lenkeinschlagwinkel und der Lenkfehler durch die Spurstangenkopplung beider Radflansche aus.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Radantrieb für Flurförderzeuge so auszugestalten, daß die vorbeschriebenen Nachteile vermieden werden und insbesondere beim gleichzeitigen Auftreten der Funktionen Lenken und Fahren die Antriebseinheiten Fahrmotor und Lenkmotor durch gegenseitige Reaktionskräfte des Radgetriebes nicht beeinflußt werden. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, die Konstruktion so auszugestalten, daß die Fahr- und Lenkantriebe außerhalb der Schwenkkontur liegen, so daß auf bewegliche Kabelzuführungen verzichtet werden kann.

Diese Aufgabe ist durch die im Hauptanspruch angegebene Erfindung gelöst. Die Unteransprüche stellen weitere vorteilhafte Ausbildungen dar.

Durch die erfindungsgemäße Ausbildung des lenkbaren Radantriebes derart, daß eine vertikale Lenkachse

mittig zwischen den Antriebsrädern verläuft und daß die Lenkachse gleichzeitig die zentrale Drehachse des Planetendifferentialgetriebes darstellt, ist gewährleistet, daß keine Reaktionsmomente auf den Lenkantrieb entstehen und durch die Differentialwirkung des Planetendifferentialgetriebes gleichzeitig die Beeinflussung des Fahrtriebes durch die Lenkbewegung der Radeinheit und durch die Kurvenfahrt des Fahrzeuges verhindert wird. Beide sind voneinander entkoppelt. Durch die geeignete Wahl der Übersetzungen im Planetendifferentialgetriebe und des Kegelradsatzes entstehen keine gegenseitigen Reaktionskräfte und Reaktionsmomente zwischen Fahr- und Lenkmotoren, die durch eine Kurvenfahrt des Fahrzeuges bedingte Differenzdrehzahl der Antriebsräder wird im Planetendifferentialgetriebe ausgeglichen. Dadurch, daß der Lenk- und Fahrmotor fest mit dem Fahrgestell verbunden sind, ist gewährleistet, daß die Fahr- und Lenkantriebe außerhalb der Schwenkkontur des Antriebes liegen. Weiterhin ist erfindungsgemäß besonders vorteilhaft, daß der den Antriebsrädern zugeordnete Kegelradsatz eine Umlenkung der Antriebsdrehachse aus der horizontalen Radachse in eine vertikale Getriebedrehachse, bezogen auf die Radaufstandsfläche, darstellt. Dabei bilden die vertikalen Getrieberadachsen der Kegelradsätze beider Antriebsräder und die Lenkachse des Radantriebes eine gemeinsame Achse, welche mittig zwischen den Antriebsrädern angeordnet ist.

Die Erfindung wird in den nachfolgenden Fig. 1 bis 5 anhand eines Ausführungsbeispieles näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung des lenkbaren Radantriebes;

Fig. 2 eine schematische Darstellung des lenkbaren Radantriebes mit Kräfte- und Momentenanordnung;

Fig. 3 eine Prinzipdarstellung der Pendelaufhängung des Radantriebes;

Fig. 4 eine Seitenansicht des Radantriebes mit Pendelaufhängung;

Fig. 5 eine Prinzipdarstellung des Geschwindigkeitsplanes für die Planetendifferentialgetriebestufe und für die Kegelradstufe bei einer Geradeausfahrt und einer Kurvenfahrt.

Der lenkbare Radantrieb weist ein Planetendifferentialgetriebe 1, einen Kegelradsatz 2, einen Fahrmotor 3, eine zentrale Drehachse 5, einen Lenkmotor 20 und zwei Antriebsräder 17, 19 auf. Die zentrale Drehachse 5 ist gleichzeitig die Lenkachse des Radantriebes. Sie verläuft mittig zwischen den beiden Antriebsrädern 17, 19. Der Kegelradsatz 2 besteht aus zwei Kegelritzel 14, 15 und zwei Kegelrädern 18, 16. Die beiden, vertikal angeordneten Antriebswellen der Kegelritzel 14, 15 sind fest mit einem zugeordneten jeweiligen Umfangsrad 8, 12 des Planetendifferentialgetriebes 1, deren Drehachse ebenfalls in der Lenkachse 5 des Radantriebes liegt, fest verbunden. Das Planetendifferentialgetriebe 1 besteht aus zwei übereinander liegenden Planetengetriebestufen, deren mit Kegelradwellen verbundenen Umfangsräder 8, 12, bezogen auf ihre gemeinsame Drehachse 5 keine starre Kopplung miteinander besitzen, sondern über die jeweiligen Planetenräder 7, 10 angetrieben werden. Die Planetenräder 7, 10 sind auf Bozen oder Wellen frei drehbar gelagert. Die Bolzen bzw. Wellen sind einer gemeinsamen Drehkonstruktion 9 zugeordnet derart, daß die Planetenräder 7, 10 drehfest zueinander, bezogen auf die zentrale Drehachse 5 gekoppelt sind, wobei die Planetenräder 7 einer Getriebestufe durch das zugeordnete Sonnenrad 6 angetrieben wer-

den und das Sonnenrad 11 der zweiten Stufe starr und drehfest, bezogen auf die Drehbewegungen des Planeten- und Kegelradgetriebes 1, 2 und der Lenkung angeordnet ist. Der Fahrtriebsmotor 3 mit einer vertikalen Anordnung der Antriebsachse, bezogen auf die Radaufstandsfläche der Antriebsräder 17, 19 ist direkt in der Lenkachse 5 des Radantriebes und damit direkt in der zentralen Drehachse 5 des Planetendifferentialgetriebes 1 oberhalb desselben angeordnet und direkt am Fahrgestell 24 oder an einer, dem Radgetriebegehäuse 23 zugeordneten Kopfplatte 13 befestigt. Die Kopfplatte 13 ist dem Radgetriebegehäuse 23 fest zugeordnet. Ist der Fahrmotor 3 außerhalb der Lenkachse 5 des Radantriebes angeordnet, so kann eine zusätzliche Getriebestufe mit Zahnrädern, Zahnriemen oder dergleichen vorgesehen sein, welche die Übertragung von Drehmomenten und Drehzahlen des Fahrmotors auf das Radgetriebe bzw. das Planetendifferentialgetriebe (1) vornimmt. Der Lenkantriebsmotor 20 kann außerhalb des Radgetriebegehäuses 23 direkt am Fahrgestell 24 oder an einer zusätzlichen, dem Fahrgestell drehfest zugeordneten Kopfplatte 13, 30 befestigt sein und über eine Getriebestufe mittels Zahnrädern, Keilriemen oder dergleichen das Radgetriebegehäuse 23 oder den Getriebeträger 26 in seinem Drehkranzlager 22 und damit auch das Radgetriebe mit den Antriebsrädern um die Lenkachse 5 schwenken. Das Drehkranzlager 22 ist in der Kopfplatte 13 angeordnet, an der ebenfalls die Fahr- und Lenkmotoren 3, 20 die zugehörigen Riementriebe 4, 21 und das Sonnenrad 11 befestigt sind. Diese Anordnung ermöglicht eine Anpassung der Motorendrehzahl an die gewünschten Rad- Lenkennndrehzahlen durch den einfachen Austausch der Riemenräder der Riementriebe 4, 21 zu Gunsten einer anderen Übersetzung. Durch die stationäre Zuordnung der Fahr- und Lenkantriebe 3, 20, bezogen auf die Getriebebewegungen beim Fahren und Lenken, sind alle Anordnungen oberhalb oder seitlich im Raum, möglich. Ein Anbau der Motoren direkt in der Lenkachse 5 oder ihr horizontaler Einbau, mit z. B. zusätzlichen Kegel- oder Schneckengetrieben, sind ebenfalls möglich. Für Ausführungsformen des Radantriebes, welche keinen Lenkmotor 20 aufweisen, wird kein Lenkgetriebe und kein Drehkranzlager 22 benötigt, das Getriebegehäuse 23 kann dann direkt oder über einen Getriebeträger 26 bzw. über Kopfplatten 13, 30 am Fahrgestell befestigt sein.

Zum Ausgleich von Bodenunebenheiten kann, wie aus Fig. 3, 4 ersichtlich, das Radgetriebe mit den Antriebsrädern 17, 19 an seinem Gehäuse 23 pendelnd, z. B. über Bolzen 25, in einem Getriebeträger 26 aufgehängt werden. Die Pendelachse 27 weist dabei horizontal in die Fahrtrichtung der Räder 17, 19, also vertikal zu deren Antriebswellen 28, 29. Der Getriebeträger 26 ist über das Drehkranzlager 22 und eine Kopfplatte 30 mit dem Fahrgestell 24 verbunden. Der an der Kopfplatte 30 befestigte Lenkmotor 20 treibt über seine Getriebeanordnung den Getriebeträger 26 an. Das Radgetriebe besitzt am oberen Ende seines Gehäuses 23, d. h. am Eingang des Planetendifferentialgetriebes 1 eine weitere Kopfplatte 31, an der das Sonnenrad 11 und der Fahrmotor 3 mit seiner Getriebeanordnung 4 befestigt sind. Bei einem nichtgelenkten Radgetriebe mit der Pendelausführung wird der Getriebeträger 26 direkt mit seiner Kopfplatte 30 am Fahrgestell 24 befestigt. Die Kopfplatte 31 ist drehfest, bezogen auf die Lenkachse 5, an der Kopfplatte 30 oder am Fahrgestell 24 befestigt. Gleichzeitig muß sie die zulässige Pendelbewegung des Radgetriebegehäuses 23 und seiner Räder 17, 19 nach-

vollziehen können. Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3, 4 ist dies durch eine Parallelschiebeführung 32 erreicht.

Es ergibt sich folgende Wirkungsweise:

- 5 Der Fahrmotor 3 treibt über ein Getriebe 4 ein in der Lenkachse 5 angeordnetes Sonnenrad 6 des Planetendifferentialgetriebes 1 an. Über den zugehörigen Planetenradsatz 7 werden Drehbewegungen und Drehmomente auf das Umfangsrad 8 übertragen. Durch die Rotationsbewegung des Planetenradsatzes 7 um die Sonnenradachse 5 erfolgt durch die starre Kopplung 9 mit dem Planetenradsatz 10 gleichzeitig eine Übertragung der Reaktionskräfte in die zweite Stufe des Planetendifferentialgetriebes 1. Die Abwälzbewegung des Planetenradsatzes 10 auf dem drehfest, bezogen auf das Sonnenrad 6 und die Lenkachse 5 angeordneten Sonnenrad 11, führt zum Antrieb des Umlaufrades 12. Das Sonnenrad 11 ist in der gezeigten Ausführungsform fest verbunden mit der Kopfplatte 13. Die Kopfplatte 13 ist gemäß der dargestellten Ausführungsform fest mit dem Fahrgestell 24 verbunden. Hierdurch ist gewährleistet, daß, basierend auf den Kräfte- und Momenteplan der Anordnung nach Fig. 2, kein Getriebereaktionsmoment über das Getriebegehäuse 23 auf die Lenkung wirkt.
- 15 Beide Umlaufräder 8, 12 sind starr gekoppelt an die jeweilig zugeordneten Kegelritzel 14, 15. Beide liegen in der Antriebsachse 5 der Sonnenräder 6, 11. Kegelritzel 14 überträgt sein Drehmoment und seine Drehzahl über das Kegelrad 16 an das Rad 17. Kegelritzel 15 treibt über Kegelrad 18 das Rad 19 an. Gemäß dem Ausführungsbeispiel weisen die beiden Planetenstufen des Planetendifferentialgetriebes 1 Zahnräder mit jeweils gleichen Teilkreisen ihrer Sonnen-, Planeten- und Umlaufräder. Hierdurch sind zur Erzeugung einer gleichmäßigen Differentialwirkung an beiden Rädern 17, 19 mit gleichem Abtriebsdrehmoment und einer Anpassung der Abtriebsdrehzahl an unterschiedliche Lenkgeometrien des Fahrgestelles gleiche Übersetzungen an beiden Kegelradsätzen 2 erforderlich. Der Lenkmotor 20 treibt über einen Riementrieb 21 das in dem Drehkranzlager 22 gelagerte Getriebegehäuse 23 an.

Patentansprüche

1. Lenkbarer Radantrieb für Flurförderzeuge, insbesondere Hubstapler, Elektrokarren und dergleichen gekennzeichnet durch das Vorhandensein und Zusammenwirken von:
einem Getriebegehäuse (23) und
einem, diesem zugeordneten Fahrmotor (3),
einem Lenkmotor (20),
einem Planetendifferentialgetriebe (1) mit einer zentralen Drehachse (5), wobei das Planetendifferentialgetriebe (1) durch den Fahrmotor (3) angetrieben wird,
einem, aus mindestens einer Kegelradstufe pro Abtriebsseite bestehenden Kegelradsatz (2), welcher über seine Kegelritzel (14, 15) durch das Planetendifferentialgetriebe (1) angetrieben wird und
mindestens zwei, dem Kegelradsatz (2) zugeordneten, Antriebsrädern (17, 19) zwischen denen mittig eine Lenkachse (5) verläuft, welche gleichzeitig die zentrale Drehachse (5) des Planetendifferentialgetriebes (1) ist.
2. Lenkbarer Radantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Fahrmotor (3) und der Lenkmotor (20) am Fahrgestell (24) befestigt sind.
3. Lenkbarer Radantrieb nach Anspruch 2, dadurch

gekennzeichnet, daß die Motoren (3, 20) über Kopfplatten (13, 30, 31) am Fahrgestell (24) befestigt sind.

4. Lenkbarer Radantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Lenkmotor (20) das Getriebegehäuse (23) um seine Drehachse (5) antreibt.

5. Lenkbarer Radantrieb nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Getriebegehäuse (23) mit den Antriebsrädern (17, 19) über Bolzen bzw. Wellen (25) in einem Getriebeträger (26) pendelnd aufgehängt ist, und die Pendelachse horizontal in die Fahrtrichtung der Räder (17, 19) verläuft.

6. Lenkbarer Radantrieb nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Getriebeträger (26) mit einem Drehkranzlager (22) direkt oder über eine Kopfplatte (30) am Fahrgestell (24) befestigt ist.

7. Lenkbarer Radantrieb nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Lenkmotor (20) den Getriebeträger (26) um die zentrale Drehachse (5) antreibt.

8. Lenkbarer Radantrieb nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Planetendifferentialgetriebe (1) aus zwei übereinander liegenden Planetengetriebestufen (6, 7, 11, 10) besteht, deren Umfangsräder (8, 12) über die jeweiligen Planetenräder (7, 10) antreibbar sind, wobei diese in bezug auf die zentrale Drehachse (5) drehfest zueinander gekoppelt sind.

9. Lenkbarer Radantrieb nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Planetenräder (7) der ersten Planetengetriebestufe durch ein Sonnenrad (6) antreibbar sind.

10. Lenkbarer Radantrieb nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein Sonnenrad (11) der zweiten Getriebestufe starr und drehfest in bezug auf die Drehbewegung des Planetendifferentialgetriebes (1), des Kegelradgetriebes (2) und der Lenkung angeordnet ist.

11. Lenkbarer Radantrieb nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden vertikalen Abtriebswellen der Kegelritzel (14, 15) fest mit einem zugeordneten jeweiligen Umfangsrad (8, 12) des Planetendifferentialgetriebes (1) verbunden sind.

12. Lenkbarer Radantrieb nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebsachse des Fahrmotors (3) in der Lenkachse (5) des Radantriebes angeordnet ist.

13. Lenkbarer Radantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vertikale Antriebsachse des Fahrmotors (3) außerhalb der Lenkachse (5) des Radantriebes angeordnet ist und eine Übertragung des Antriebes mittels zusätzlicher Getriebebestufen (4) auf die zentrale Dreh- und Antriebsachse (5) des Planetendifferentialgetriebes (1) erfolgt.

14. Getriebe nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Getriebegehäuse (23) am Fahrgestell (24) befestigt ist.

– Leerseite –

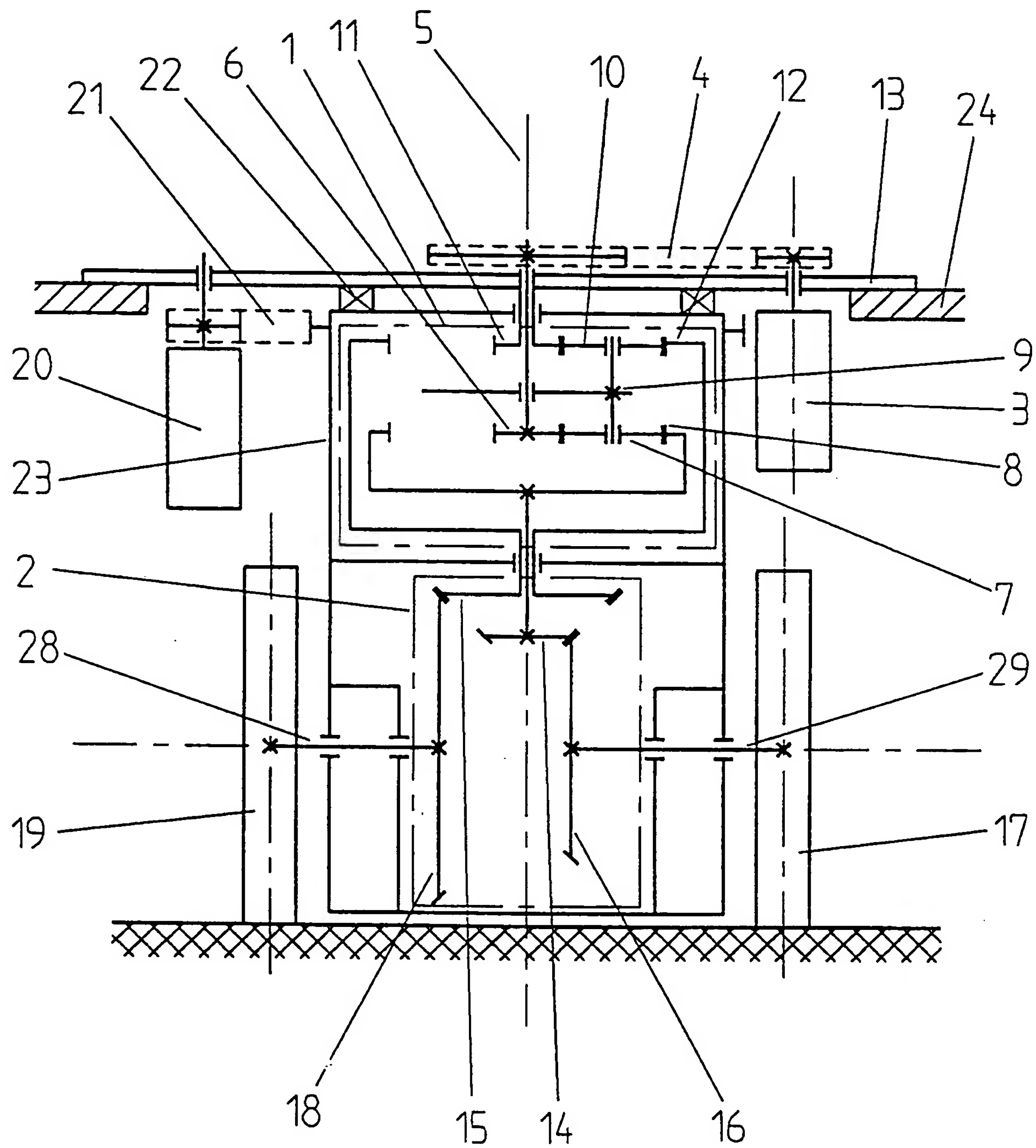
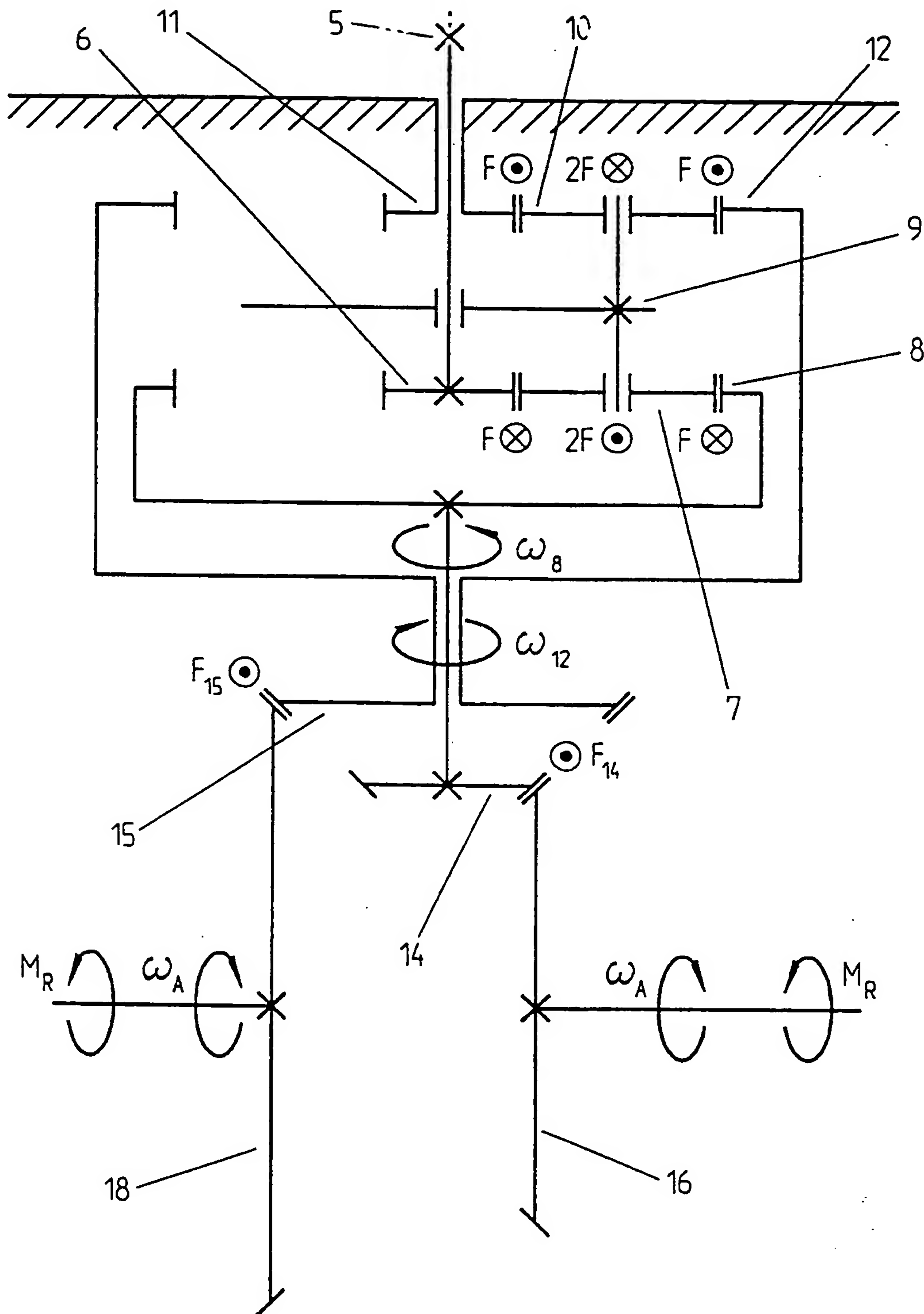


Fig. 1



M_R : Radmomente

$F \odot, F \otimes$: Umfangskräfte mit den jeweiligen Krafrichtungen

ω : Drehwinkelgeschwindigkeiten

Fig. 2

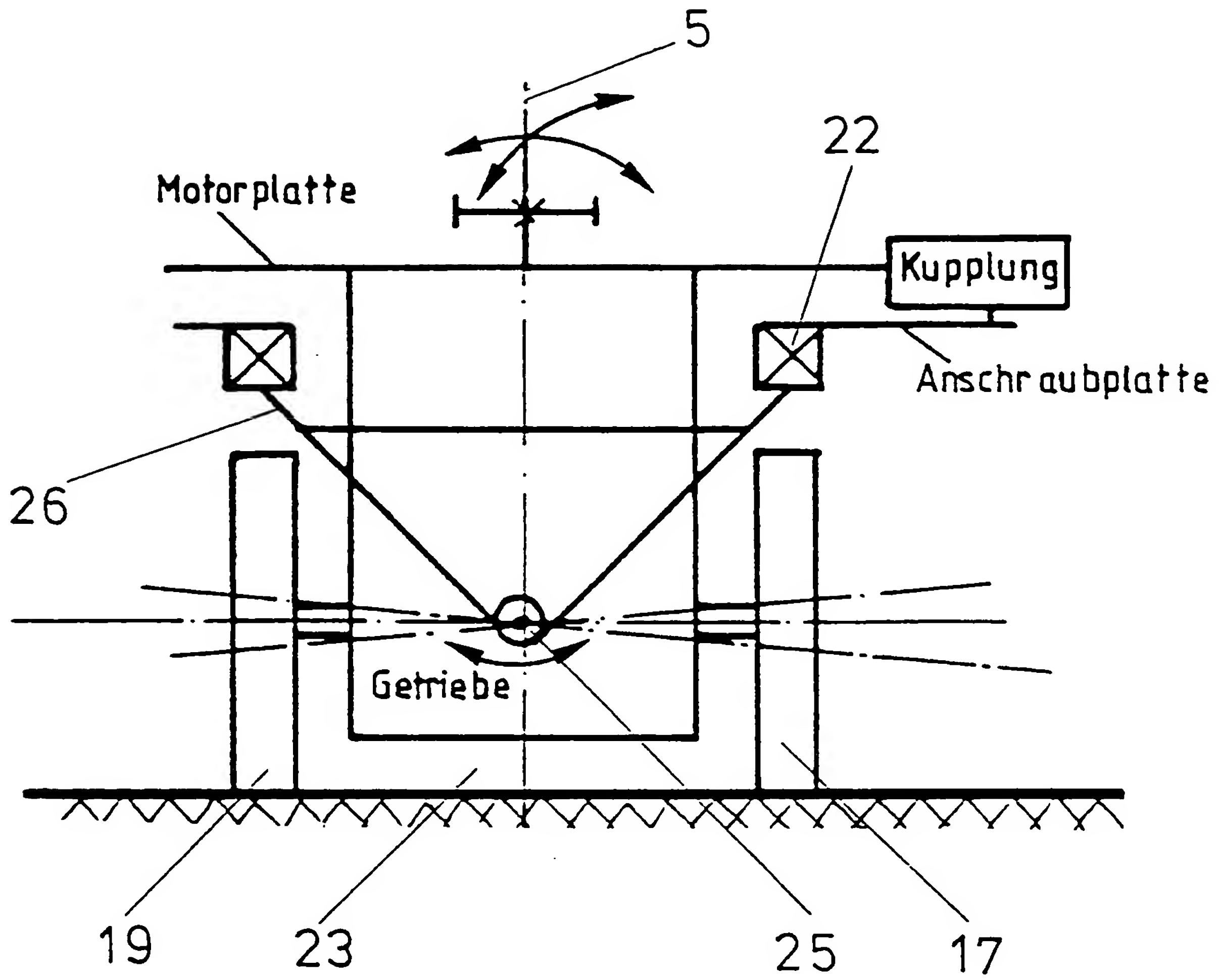


Fig. 3

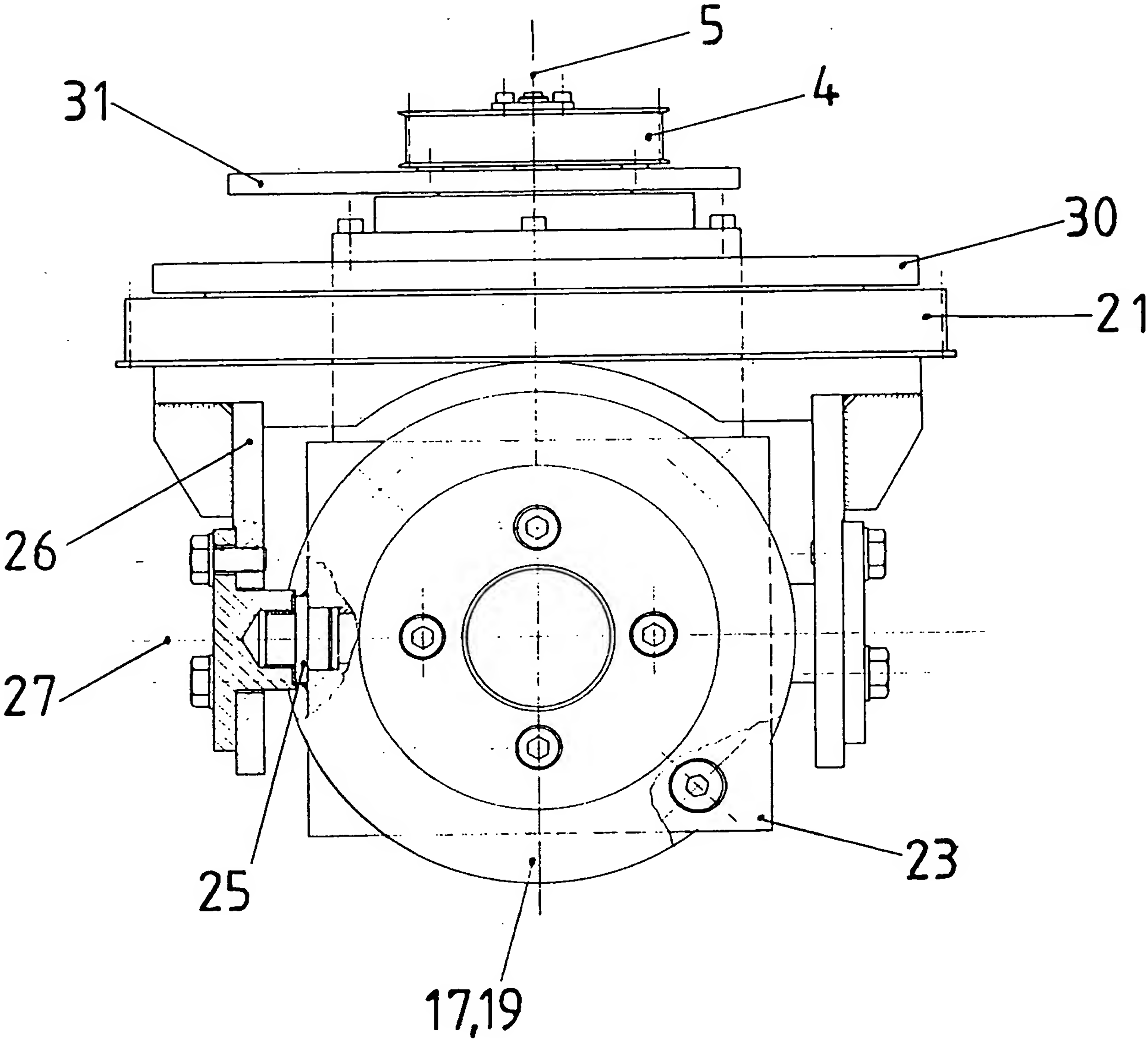
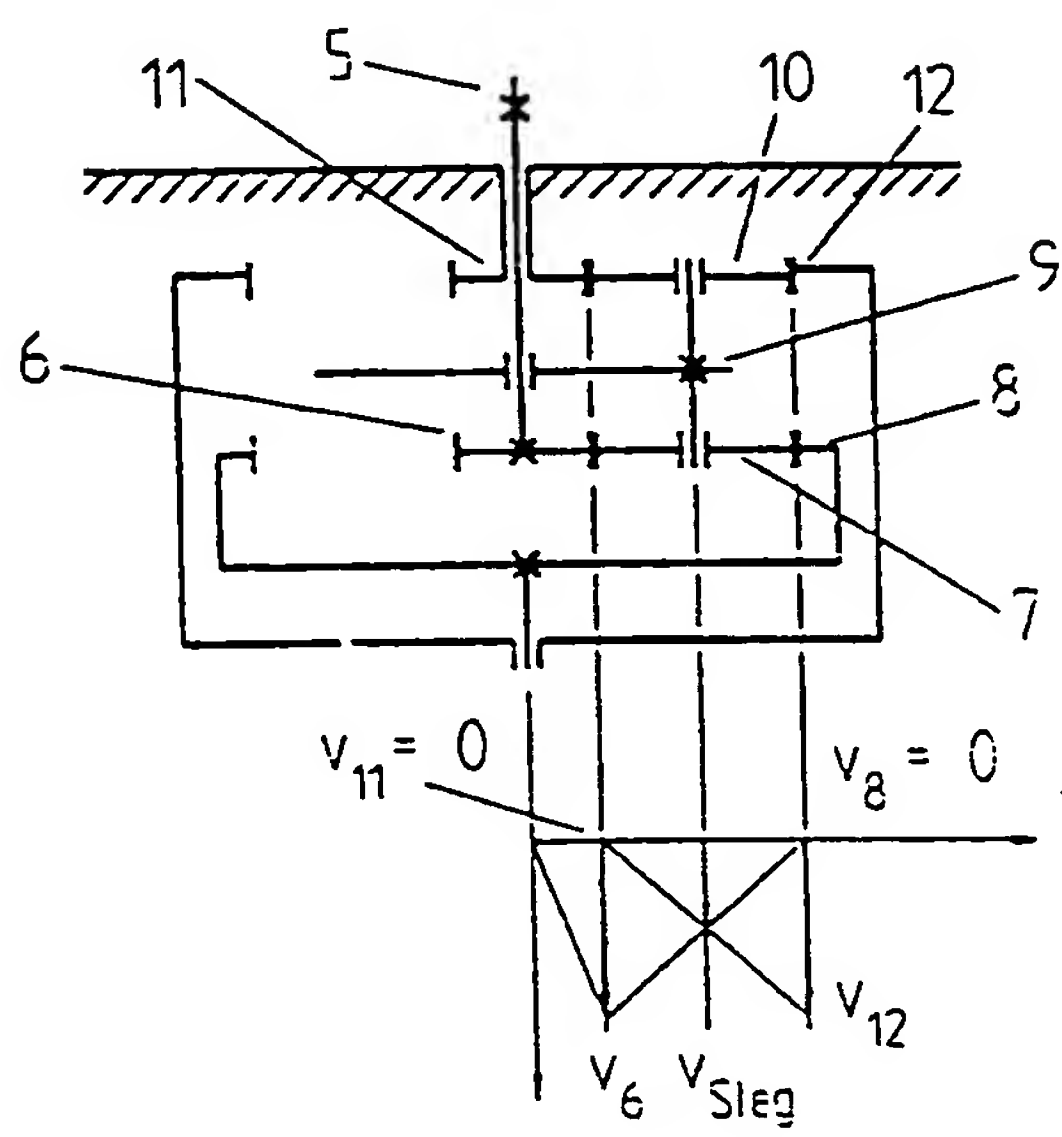
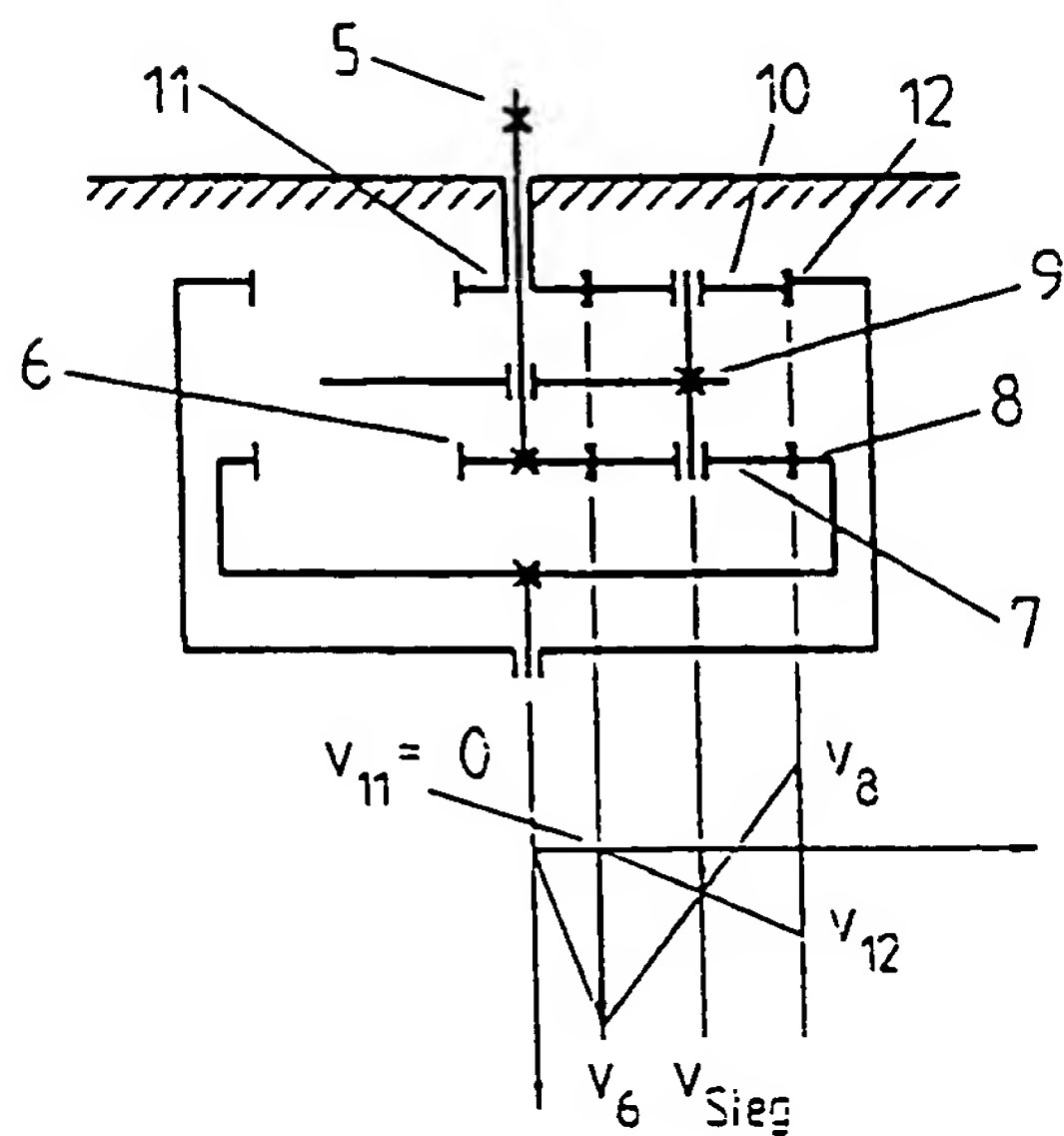
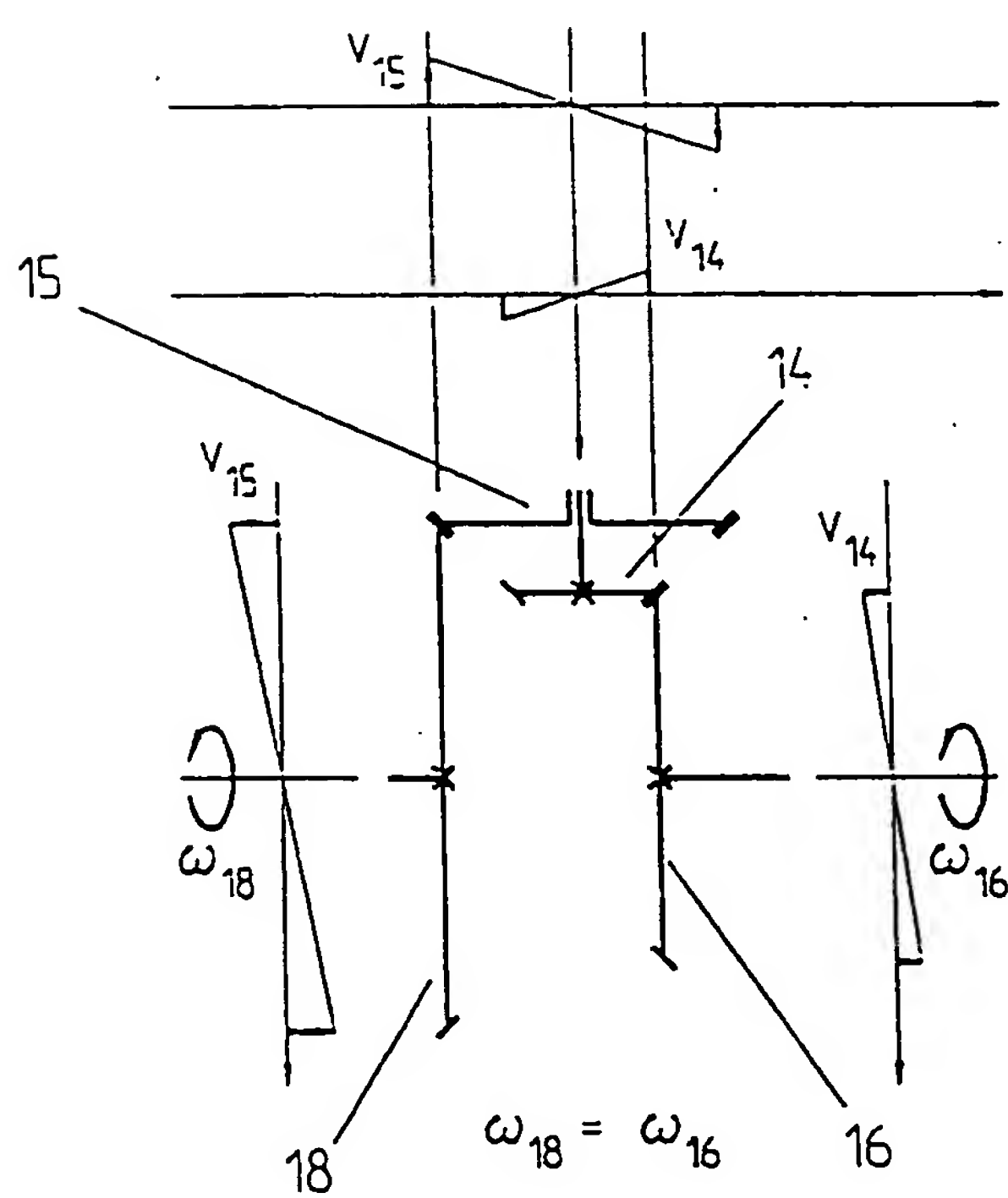


Fig. 4

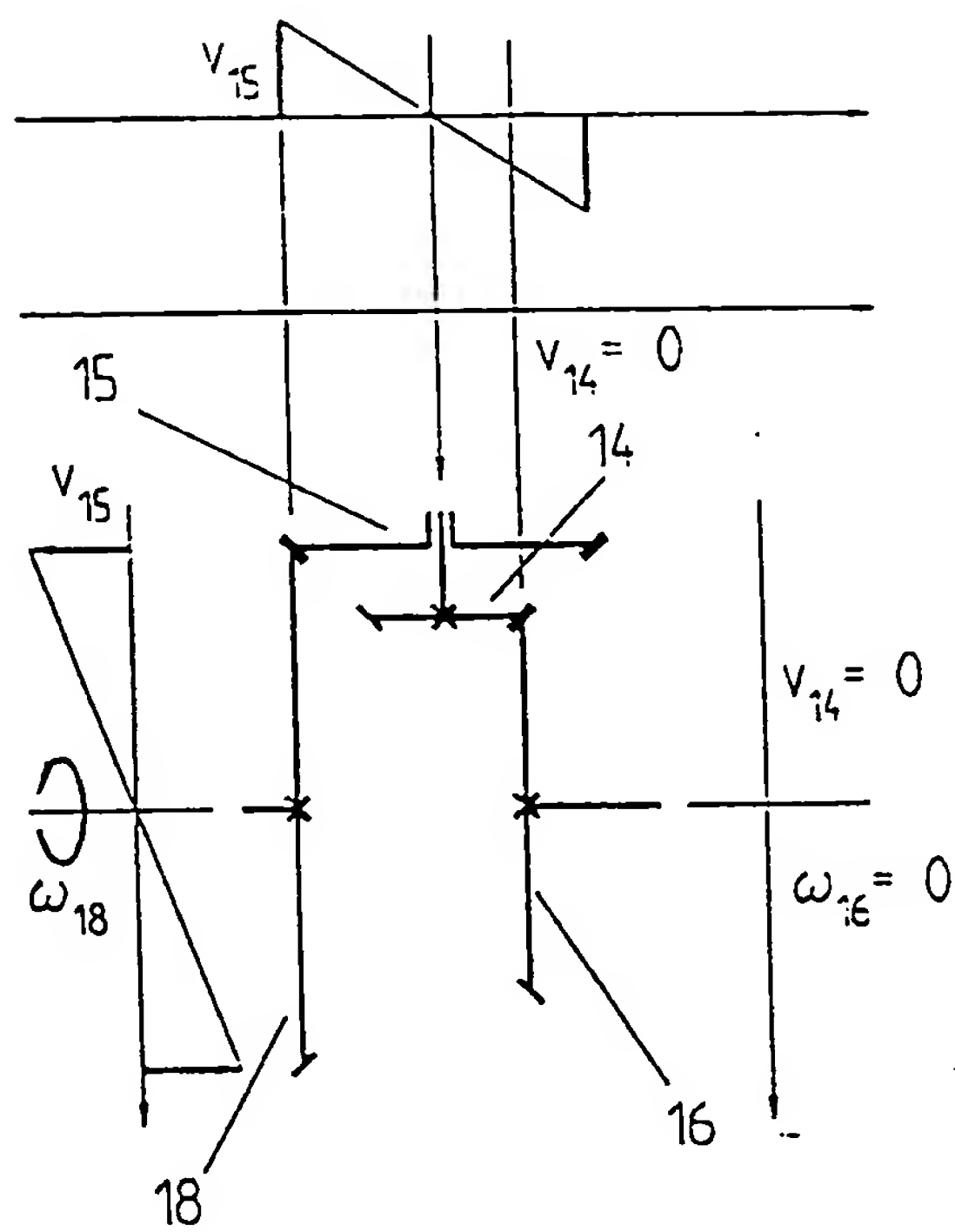
Planetendifferentialgetriebestufe



Kegelradstufe



Geradeausfahrt



Kurvenfahrt

ω : Drehwinkelgeschwindigkeiten

v : Umfangsgeschwindigkeiten

Fig. 5